

DM1C - Ordre 1

Éléments de correction

N'hésitez pas à largement commenter la copie, du moment que ces remarques sont pertinentes. On sanctionne lourdement tout raccourci de calcul, ou tout essai de magouilles quelconque dans les calculs (0 point à la question). Les raisonnements doivent être soignés, clairs, rigoureux. Un manque de propreté et de soin dans la présentation générale de la copie est sanctionné par le retrait d'un point sur la note finale.

Copie de	Correcteur
Remarque	
Note brute (29 pts)	Note / 20 (soin -1)

I MTS

d'après Centrale Supélec TSI 2016

Le temps de demi réaction correspond à l'instant où la quantité de matière restante vaut la moitié de la quantité de matière initiale.

1.

n (mol)	0,10	0,20	0,30
$t_{1/2}$ (min)	21	21	21

Le temps de demi-réaction semble être indépendant de la concentration initiale, il s'agit probablement d'une cinétique d'ordre 1.

1 pt pour la lecture, 1 pt pour la conclusion.

Total : / 2 pts

2.

L'équation en MTS à l'instant t vérifie l'équation :

$$-\frac{d[MTS]}{dt} = k[MTS] \quad \text{forme canonique} : \frac{d[MTS]}{dt} + k[MTS] = 0$$

Total : / 1 pt

3.

Par séparation des variables et après intégration, on a :

$$\ln\left(\frac{[MTS]}{[MTS]_0}\right) = -kt \quad \text{ou encore} : [MTS](t) = [MTS]_0 e^{-kt}$$

0 pour la moindre erreur.

Total : / 1 pt

Le temps de 3/4 de réaction s'obtient quand il reste :

4.
$$[MTS] = \frac{[MTS]_0}{4}$$

il vient :

$$t_{3/4} = \frac{\ln 4}{k} = \frac{2 \ln 2}{k}$$

1 pt pour la définition et 1 pt pour le résultat.

Total : / 2 pts

Pour l'ordre 1, on a :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

5. il vient alors :

$$\frac{t_{3/4}}{t_{1/2}} = 2$$

ce qui est bien vérifié sur les courbes.

Total : / 1 pt

Il s'agit de la loi d'Arrhénius : $k(T) = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$. À T_2 , on a :

$$k(T_2) = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT_2}\right)$$

et à T_3 , on a :

$$k(T_3) = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT_3}\right)$$

6. or, on a :

$$t_{1/2}(T_3) = \frac{\ln 2}{k(T_3)} = \frac{t_{1/2}(T_2)}{20} = \frac{\ln 2}{20k(T_2)}$$

donc il vient :

$$k(T_3) = 20k(T_2)$$

d'où il vient alors :

$$E_a = \frac{R \ln 20}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_3}} = 388 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Total : / 1 pt

II Analyse d'un régime transitoire d'ordre 1 en thermique

7. Par analyse dimensionnelle, on arrive à l'unité de la résistance thermique de ces murs en K.s.J^{-1} .

0 pt, rien du tout pour tout raisonnement peu clair ou tentative de truandage.

Total : / 1 pt

Par analyse dimensionnelle, on identifie la forme de l'équation différentielle d'ordre 1 :

8.
$$\frac{dT}{dt} + \frac{1}{\tau}T = cste$$

donc ici $\tau = RC$ (même expression qu'en électricité même si ça ne représente absolument pas les mêmes grandeurs !)

Total : / 1 pt

La solution est la somme de la solution homogène et d'une solution particulière :

$$T(t) = T_H(t) + T_P$$

il vient alors :

9.
$$T(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + PR$$

avec la constante de temps qui vaut ici $\tau = RC$. On applique la condition initiale pour déterminer la constante d'intégration A :

$$T(0) = T_0 = A + PR$$

finalemt on a :

$$T(t) = (T_0 - PR)e^{-\frac{t}{RC}} + PR$$

0 pt pour toute tentative de raccourci/truandage ou raisonnement peu clair.

1 pt pour la solution homogène.

1 pt pour la solution particulière bien justifiée.

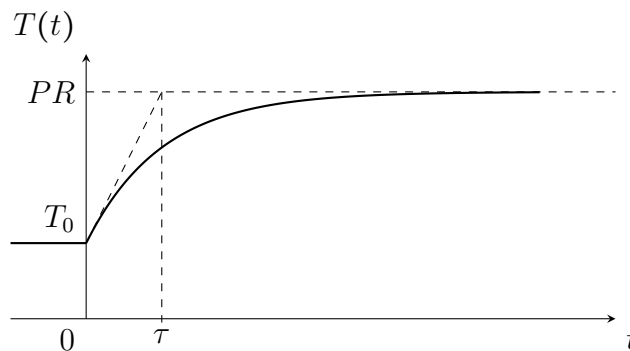
1 pt pour l'application détaillée de la condition initiale.

1 pt pour la bonne solution finale sans erreur.

Total : / 4 pts

Voici le graphe en question :

10.



Total : / 2 pts

Voici le tableau attendu :

11.

t	0	τ	3τ	5τ	$\rightarrow \infty$
T	$T_i = T_0$ $= 288 \text{ K}$	295,6 K $= 63 \%$ de $(T_f - T_i)$	299,4 K $= 95 \%$ de $(T_f - T_i)$	299,9 K $= 99,9 \%$ de $(T_f - T_i)$	$T_f = PR$ $= 300 \text{ K}$
\dot{T}	0,003	0,001	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$\rightarrow 0$

1 pt pour les valeurs et 1 pt pour les pourcentages.

Total : / 2 pts

12. Graphe avec tangentes à $t = 0$, $t = \tau$, $t = 3\tau$ et $t = 5\tau$. Les variations sont les plus importantes au départ, la pente de la tangente est la plus importante au départ. Ensuite la pente des tangentes et donc les variations diminuent. Le régime permanent est atteint à plus de 99,9 % au bout de 5τ .

1 pt pour le tracé des tangentes et 1 pt pour une explication pertinente et cohérente.

Total : / 2 pts

13. En régime permanent, la température est stabilisée et constante, les variations de température sont nulles. A tout instant en régime permanent, la puissance thermique $P = 2 \text{ kW}$ du radiateur qui chauffe compense les pertes thermiques P_{th} .

1 pt pour un raisonnement soigné et une explication physique cohérente. 0 pt si pas clair.

Total : / 1 pt

14. Pour atteindre plus rapidement la température du régime permanent, il faut chercher à diminuer τ , soit diminuer R la résistance thermique des parois, ça peut paraître surprenant de devoir diminuer l'isolation pour chauffer plus vite... mais en jouant sur R on augmente aussi la valeur de la température en régime permanent donc on doit atteindre une valeur plus faible, ce qui diminue le temps qu'il faut pour l'atteindre... Ou alors diminuer C la capacité thermique de la pièce (qui s'interprète en thermodynamique comme l'énergie à fournir pour faire augmenter la température de la pièce de 1 °C , voir plus tard dans l'année...)

1 pt pour une analyse complète et détaillée.

Total : / 1 pt

15. A partir de la forme :
- $$\dot{T} + \frac{1}{\tau}T = \frac{P}{C}$$
- on obtient :
- $$\dot{T} = \frac{P}{C} - \frac{1}{RC}T$$
- ou encore comme demandé :
- $$\dot{T} = \frac{T_f}{\tau} - \frac{T}{\tau}$$

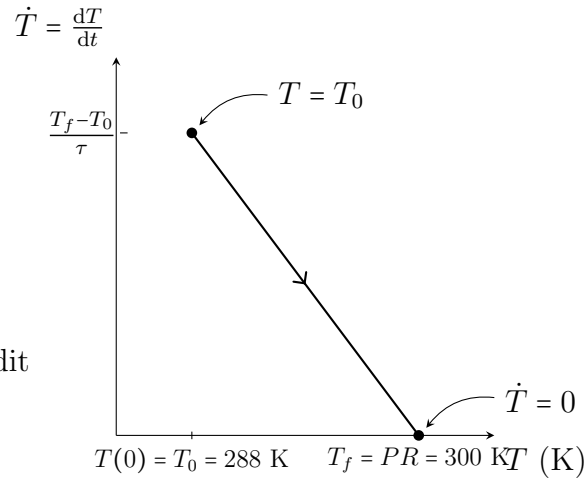
1 pt pour le calcul et 1 pt pour le résultat final en fonction des paramètres demandés.

Total : / 2 pts

Voici le portrait de phase :

16.

$T < 0$ K interdit



Le portrait de phase est défini pour T compris entre $T_0 = 288$ K et $T = T_f = 300$ K. Il se parcourt de gauche à droite, le régime permanent correspondant à $t \rightarrow \infty$ est atteint lorsque $\dot{T} = 0$ et $T = T_f$. On remarque que pour $\dot{T} = 0$ on retrouve la température du régime permanent $T = T_f = 300$ K et lorsque $T = T_0$ à l'instant initial $t = 0$, on a une dérivée \dot{T} maximale et égale à $(T_f - T_0)/\tau$.

1 pt pour l'allure du portrait.

1 pt pour les points particuliers.

1 pt le domaine de définition.

2 pts pour les commentaires.

0 pt pour toute tentative de raccourci/truandage ou raisonnement peu clair.

Total : / 5 pts

Bon courage et bon travail ! ☺